

PAT-NO: JP406130224A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06130224 A  
TITLE: POLARIZING BEAM SPLITTER  
PUBN-DATE: May 13, 1994

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
HAMADA, TOSHIMASA

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
SHARP CORP N/A

APPL-NO: JP04277420  
APPL-DATE: October 15, 1992

INT-CL (IPC): G02B005/30

US-CL-CURRENT: 359/495

ABSTRACT:

PURPOSE: To attain the light weight and miniaturization of the whole optical system by arranging optical multilayer film protruded on a transparent substrate and a material having, specific refractive index between the optical multilayer films, and comprising the optical multilayer film by applying specific film repeatedly.

CONSTITUTION: Assuming an equivalent refractive index for first polarized light as M1 and that for second polarized light as N2 when an incident direction is decided, a diffraction grating in which the optical multilayer film 2 is stacked partially and the material 3 with refractive index N2 is

arranged in an area where no optical multilayer film 2 is stacked is generated.  
When light is made incident on such diffraction grating, it functions as the diffraction grating of refractive index change type of refractive index  $N_1$  and refractive index  $N_2$  for the first polarized light, and light is emitted as diffracted light 5. As for the second polarized light, a function as the diffraction grating is not provided since the refractive index of the optical multilayer film 2 coincides with that of the arranged material 3, and light is transmitted as it is as non-diffracted light 6. Therefore, it is possible to comprise a polarizing beam splitter of plate shape by forming such diffraction grating on a thin substrate 1.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-130224

(43)公開日 平成6年(1994)5月13日

(51)IntCl<sup>5</sup>

G 0 2 B 5/30

識別記号

庁内整理番号

9018-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-277420

(22)出願日 平成4年(1992)10月15日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 浜田 敏正

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

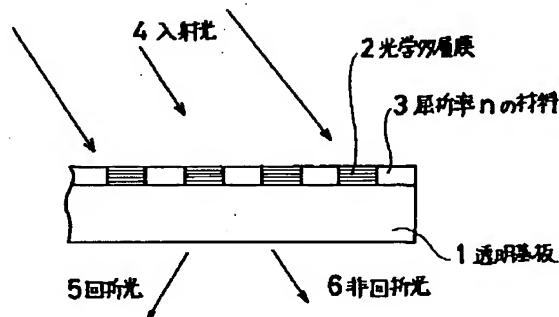
(74)代理人 弁理士 野河 信太郎

(54)【発明の名称】 偏光ビームスプリッタ

(57)【要約】

【目的】 光学系の小型化、軽量化を図る。

【構成】 透明基板上に突設された光学多層膜と該光学多層膜間に屈折率 $n$ をもつ材料が配設されてなり、前記光学多層膜が対称な膜の繰り返しで構成され、かつ屈折率 $n$ が、第1の偏光に対する等価屈折率あるいは第2の偏光に対する等価屈折率と等しい材料からなることを特徴とする偏光ビームスプリッタ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板上に突設された光学多層膜と該光学多層膜間に屈折率 $n$ をもつ材料が配設されてなり、前記光学多層膜が対称な膜の繰返しで構成され、かつ屈折率 $n$ が、第1の偏光に対する等価屈折率あるいは第2の偏光に対する等価屈折率と等しい材料からなることを特徴とする偏光ビームスプリッタ。

【請求項2】 光学多層膜が少なくとも3層の積層層からなり、該積層層のうち1層目と3層目の屈折率と層厚がそれぞれ等しい請求項1記載の偏光ビームスプリッタ。

【請求項3】 光学多層膜全体が屈折率 $n$ をもつ材料で被着されてなる請求項1又は2記載の偏光ビームスプリッタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、偏光ビームスプリッタに関する。さらに詳しくは、光磁気ディスク等の光学式情報読み取り装置、光学式情報書き込み装置に使用される偏光ビームスプリッタに関する。

## 【0002】

【従来の技術と発明が解決しようとする課題】従来の偏光子として(i)ニコルプリズムのように結晶の複屈折を利用した複屈折型偏光子、(ii)ポーラロイドのように高分子の光2色性を利用した2色性偏光子、(iii)偏光角の性質を利用し、S偏光(入射面に垂直な振動面をもつ偏光成分)の反射光を使う反射型偏光子と積層型偏光子と呼ばれる透過型偏光子がある。薄膜を利用した薄膜偏光子はプリズム型と平板型に分かれ、上記(iii)のように偏光角を利用したもの、斜入射の場合のS偏光とP偏光(入射面に平行な振動面をもつ偏光成分)の不透過帯の違いを利用したものがある。このような偏光子は他の偏光子に比べ安価であり、反射光と透過光共に優れた偏光度が得られ、主にビームスプリッタとして使用されている。

【0003】図5に従来使用されている偏光ビームスプリッタの一例を示す。この偏光ビームスプリッタはマクナイル型と呼ばれるタイプで、異なった2つの屈折率の層を積層した薄膜層14を、プリズム15で挟み込んだ構造になっている。この構造をもちいて偏光分離するためには、以下の式(1)を満たす必要がある。

$$\sin^2 \theta_G = n_H^2 n_L^2 / n_G^2 (n_H^2 + n_L^2) \quad (1)$$

(ここで、 $\theta_G$ は入射角、 $n_H$ は2つの層のうち高いほうの屈折率、 $n_L$ は2つの層のうち低いほうの屈折率及び $n_G$ はプリズム材料の屈折率を示す。)このようなマクナイル型偏光ビームスプリッタにおいて、例えば、 $\theta_G = 45^\circ$ 、 $n_H = 2.1$ 、 $n_L = 1.38$ とすると、上記式(1)より $n_G = 1.63$ が得られ、この屈折率を持つ材料でプリズムを形成する必要がある。

【0004】上記のような、偏光ビームスプリッタで

は、使用する材料の屈折率に制限があり、プリズムを使うことから低価格化は非常に困難である。また、光学系の小型化、軽量化を図る場合にも、プリズムのサイズと重量のために制限を受けてしまう。

## 【0005】

【課題を解決するための手段及び作用】かくして本発明によれば、透明基板上に突設された光学多層膜と該光学多層膜間に屈折率 $n$ をもつ材料が配設されてなり、前記光学多層膜が対称な膜の繰返しで構成され、かつ屈折率 $n$ が、第1の偏光に対する等価屈折率あるいは第2の偏光に対する等価屈折率と等しい材料からなることを特徴とする偏光ビームスプリッタが提供される。

【0006】図1に本発明の偏光ビームスプリッタの例を示す。このような対称な膜の繰返しで構成される光学多層膜2は、光の波長、入射角及び偏光方向を固定すると、等価的に一つの屈折率の層に置き換えることができる。このことは言い換えると、入射光4が斜めから入射される場合、偏光方向によって屈折率が異なることを意味する。

20 【0007】入射方向を決めたとき、第1の偏光に対する等価屈折率を $N_1$ 、第2の偏光に対する等価屈折率を $N_2$ とする。光学多層膜2を部分的に積層し、光学多層膜2を積層していない領域に屈折率 $N_2$ の材料3を配設した回折格子を作製する。この回折格子に光が入射すると、第1の偏光に対しては屈折率 $N_1$ と $N_2$ の屈折率変化型の回折格子として働き、回折光5として射出され、第2の偏光に関しては、光学多層膜2の屈折率と配設材料3の屈折率が一致するため、回折格子としての働きはせず、非回折光6としてそのまま透過する。従って、この回折格子を薄い基板上に形成すれば、図1のような平板型の偏光ビームスプリッタを構成することが可能になる。

【0008】本発明に使用できる透明基板としては、ガラス、プラスチック等通常用いられる基板が使用できる。光学多層膜の構成としては、回折効率が最大となるように光学多層膜を構成することが好ましく、S偏光に対する等価屈折率を $N_s$ 、P偏光に対する等価屈折率を $N_p$ とすると、その膜厚が

$$d = \lambda \cos \theta / |N_s - N_p|$$

となるように膜厚 $d$ を設定することが好ましい。

【0009】さらに光学多層膜の構成は、1層目と3層目の層厚と屈折率がそれぞれ等しい3層膜を基本構造とし、この基本構造をさらに積層することが好ましい。このような層を構成する材料としては、屈折率1.4～2.5の材料が好ましく、例えば $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnS}$ 、 $\text{MgF}_2$ 等が挙げられる。光学多層膜の積層方法としては、電子ビーム蒸着法、スパッタ法等によって積層された膜をリアクティブイオンエッチング、イオンミリング等のドライエッチング法により微細な回折格子パターンを形成する方法が使用できる。

【0010】さらに、突設された上記光学多層膜間に配設される、屈折率 $n$ を持つ材料としては、エポキシ系樹脂等があげられる。この材料は突設された光学多層膜間のみに配設されてもよく、図2に示すように光学多層膜全体を覆うように形成することもできる。光学多層膜を覆うように形成する場合、その膜厚は $100\mu\text{m}$ 以上が好ましい。

【0011】ここで対称な3層膜を基本構造とする光学多層膜を用いた場合の、偏光の原理を説明する。図3の

ような屈折率 $n_R$ の層と、屈折率 $n_Q$ の層からなる3層膜に、波長 $\lambda$ の光が角度 $\theta$ で入射したときを考える（対称構造なので、1層目と3層目の屈折率は等しい。）。このような対称な構造をもつ光学多層膜は、光の波長、入射角及び偏光方向を固定すると、等価的に一つの屈折率の層に置き換えることができる。等価屈折率は以下に示す(2)式、(3)式から計算できる。

【0012】

【数1】

S偏光に対する等価屈折率をN<sub>s</sub>

$$N_s = n_r \cos \phi_r \left[ \frac{n_r n_o \cos \phi_r \cos \phi_o \sin 2g_r \cos g_o (n_o^2 \cos^2 \phi_o \cos^2 g_o - n_r^2 \cos^2 \phi_r \sin^2 g_o) \sin g_o}{n_r n_o \cos \phi_r \cos \phi_o \sin 2g_r \cos g_o (n_r^2 \cos^2 \phi_r \cos^2 g_o - n_o^2 \cos^2 \phi_o \sin^2 g_o) \sin g_o} \right] \quad (2)$$

P偏光に対する等価屈折率をN<sub>p</sub>

$$N_p = \frac{n_r}{\cos \phi_r} \left[ \frac{n_r n_o \cos^{-1} \phi_r \cos^{-1} \phi_o \sin 2g_r \cos g_o (n_o^2 \cos^2 \phi_o \cos^2 g_o - n_r^2 \cos^2 \phi_r \sin^2 g_o) \sin g_o}{n_r n_o \cos^{-1} \phi_r \cos^{-1} \phi_o \sin 2g_r \cos g_o (n_r^2 \cos^2 \phi_r \cos^2 g_o - n_o^2 \cos^2 \phi_o \sin^2 g_o) \sin g_o} \right] \quad (3)$$

但し、 $g_r = 2\pi n_r d_r \cos \phi_r / \lambda$

$g_o = 2\pi n_o d_o \cos \phi_o / \lambda$

$d_r$ : 屈折率 $n_r$ の層の膜厚

$d_o$ : 屈折率 $n_o$ の層の膜厚

$\lambda$ : 光の波長

$\cos \phi_r = \sqrt{1 - \sin^2 \phi_r / n_r^2}$

$\cos \phi_o = \sqrt{1 - \sin^2 \phi_o / n_o^2}$

従って、入射方向を決めたとき、一つの偏光に対する等価屈折率N<sub>1</sub>と他方の偏光に対する等価屈折率N<sub>2</sub>とは異なった値をとることになる。光学多層膜を部分的に突設し、光学多層膜を突設していない領域に屈折率N<sub>2</sub>の材料を配設したレリーフ型回折格子を作製する。このような回折格子に光を入射すると、上記でも説明したように、一方の偏光に対しては屈折率N<sub>1</sub>とN<sub>2</sub>の屈折率変化型の回折格子として働くが、他方の偏光に対しては、\*50

\* 光学多層膜の屈折率と充填材料の屈折率が一致するため回折格子としての働きはせず、光はそのまま透過する。従って、3層型の光学多層膜を用いた場合でも平板型のビームスプリッタを構成することができる。

【0013】

【実施例】以下に本発明の偏光ビームスプリッタの具体例を示すが、これに限定されるものではない。図4に示すように、ガラス基板1上に、電子ビーム蒸着法によ

7

て1層目に膜厚 $\lambda/4$ の $\text{SiO}_2$  7 (屈折率1.46)、2層目に膜厚 $\lambda/2$ の $\text{TiO}_2$  8 (屈折率2.3)及び3層目に膜厚 $\lambda/4$ の $\text{SiO}_2$  9 (屈折率1.46)を積層し、個々の光学多層膜の間隔が $10\mu\text{m}$ となるように、リアクティブイオンエッチング法によって光学多層膜2を形成した。この光学多層膜のS偏光に対する等価屈折率を $N_s$ 、P偏光に対する等価屈折率を $N_p$ は、入射角を $30^\circ$ とすると、それぞれ $N_s=1.52$ 、 $N_p=1.74$ となる。

【0014】次に、上記光学多層膜間に屈折率 $n$ の材料 10 3を形成する。この材料3の屈折率 $n$ は、 $N_s$ あるいは $N_p$ のいずれかに等しい材料を選ぶ必要があり、本実施例の場合屈折率 $n=1.52$ のエポキシ系樹脂を光学多層膜2間に配設した。さらに本実施例において、回折効率が最大となるのは、膜厚 $d$ が

$$d = \lambda \cos \theta / |N_s - N_p|$$

となるときであるので、上記の数値を用いて計算すると、約 $4\lambda$ となる。従って、上記光学多層膜の3層構成を4個積層した構造が、回折効率が大きく最も好ましい。また3層構造を積層しても等価的な屈折率は同じ 20 なので、3層構造の条件がそのまま当てはまる。

【0015】

【発明の効果】本発明の方法によれば、一方の偏光に対しては屈折率変化型の回折格子として働くが、他方の偏光に対しては、光学多層膜の屈折率と充填材料の屈折率が一致するため回折格子としての働きはせず、光はそのまま透過する。従って、平板型偏光ビームスプリッタと

8

しての機能を持ち、さらに、プリズムを用いず平板上に形成できるので、薄型で軽量化を図ることができ、光学系全体の軽量化、小型化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の偏光ビームスプリッタの概略断面図である。

【図2】本発明の偏光ビームスプリッタの概略断面図である。

【図3】3層構造からなる光学多層膜の拡大断面図である。

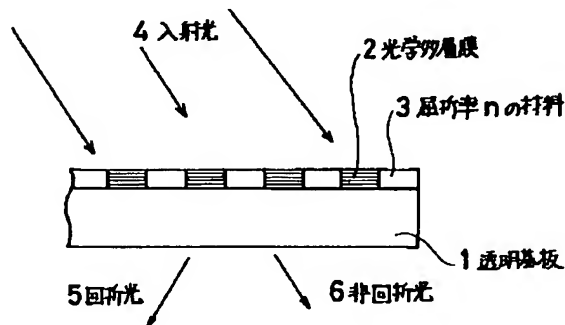
【図4】実施例に示した本発明の偏光ビームスプリッタの概略断面図である。

【図5】従来の偏光ビームスプリッタの概略断面図である。

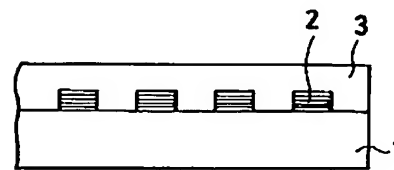
【符号の説明】

- 1 透明基板
- 2 光学多層膜
- 3 屈折率 $n$ の材料
- 4 入射光
- 5 回折光
- 6 非回折光
- 7  $\text{SiO}_2$  膜
- 8  $\text{TiO}_2$  膜
- 9  $\text{SiO}_2$  膜
- 14 薄膜層
- 15 プリズム

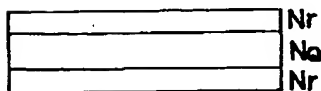
【図1】



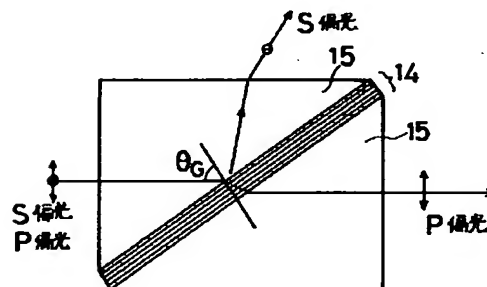
【図2】



【図3】



【図5】



【図4】

